

東京都産業労働局「未来を拓くイノベーションTOKYOプロジェクト」  
令和元年度採択案件

# 「生育調査システムの開発」

## 第4回評価書 【概要版】

令和3年10月

# はじめに

## (1) 本事業の背景と課題

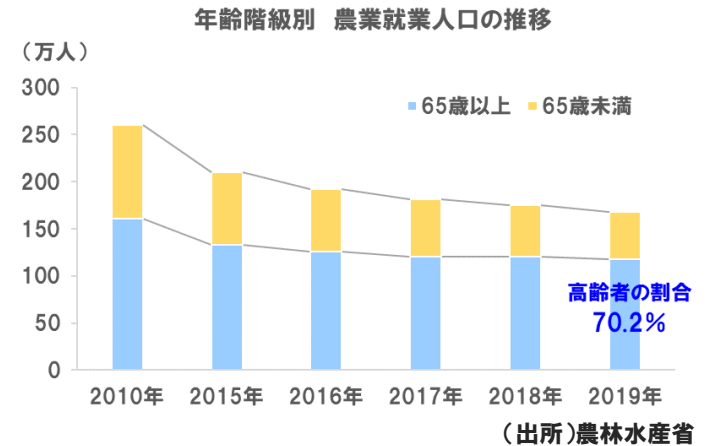
- 少子高齢化が進むわが国では、様々な産業で人手不足が懸念されています。  
とりわけ農業は、従事者の高齢化や後継者不足によって生産者が減少しており、今後の産業の維持が危ぶまれています。
- こうした背景から、ドローンやロボット、IoT等によって農作業を自動化・省力化する「スマート農業」の実現が急がれています。

## (2) 本事業で開発する技術・サービス

- 本事業では、高度50cmを20km/hで飛行できる完全自動運転のドローンを活用し、「生育調査システム」の開発に取り組みます。
- 本システムは、ドローンがカメラで取得した農産物の画像データを基に、農産物の生育状態を診断し、収量や品質を予測するシステムです。
- 本システムを基に、生産者に対して最適な施肥・防除・水管理を支援するサービスの事業化を目指します。

## (3) 本事業により期待される波及効果

- 農産物の管理を自動化することで、生産者は農作業の負担が大幅に軽減されます。
- また、正確なデータに基づく栽培支援により、収量や品質の安定化が期待されます。  
農産物の供給量や価格が安定すれば、国内最大の食料消費地である都の消費者にとって、生活の質向上につながります。



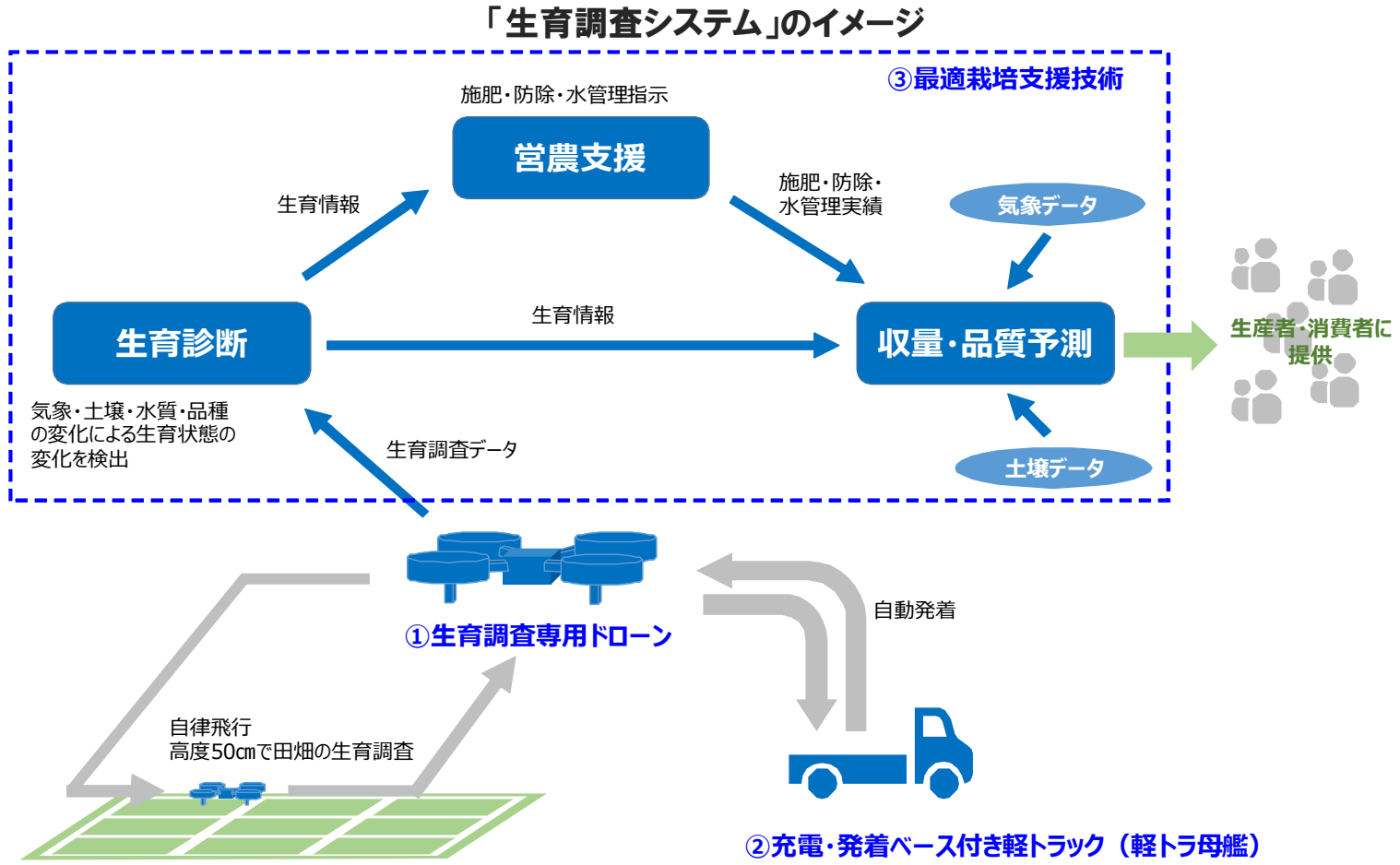
# 本事業の概要

事業者名	株式会社ナイルワークス
都内所在地	東京都千代田区神田錦町1-4-3 神田スクエアフロント2F
代表者名	永田 幸生
本事業の統括責任者	小山 貴嗣
本事業の実施期間	令和2年1月～令和5年3月(3年3カ月)
プロジェクトメンバー	住友化学株式会社、住友商事株式会社、クミアイ化学工業株式会社、 全国農業協同組合連合会、ダイハツ工業株式会社

# 本事業の実施内容

地球規模の気象変動に対して、農作物の収量品質を最大化させることを目的とした「生育調査システム」を開発する。

本システムは、①自動運転の生育調査専用ドローン、②ドローン自動発着と充電ができる軽トラック(軽トラ母艦)、③生育調査から得られた情報をもとにした最適栽培支援技術、で構成される。



# 本事業終了時点(令和4年度)の達成目標



## 目標①

光合成速度と  
窒素同化速度の  
センシング機能の実現

水稲・大豆・小麦の光合成速度(※1)と窒素同化速度(※2)のセンシング機能を実現し、収量予測において「水稲:誤差10%」「小麦・大豆:誤差15%」を達成する



## 目標②

追肥指示機能の  
実現

水稲・大豆・小麦の追肥タイミングと追肥量の指示機能を実現し、品質基準であるタンパク質含有量(※3)予測において「水稲・小麦:誤差1%pt(※4)」「大豆:誤差3%pt」を達成する



## 目標③

軽トラ発着  
生育監視ドローンの  
開発

軽トラックにおいて発着位置誤差10cmで制御できる生育監視ドローンの量産機体を完成し、1日あたり30haの生育監視を実現する

※1 光合成速度:植物が二酸化炭素を吸収し炭水化物を合成する速度。

※2 窒素同化速度:植物が無機化合物からタンパク質等の有機窒素化合物を合成する速度。光合成速度とともに収量と関係が深く、収量予測に用いられる。

※3 タンパク質含有量:食物に含まれるタンパク質の量。本事業では、水稲の食味や栄養価を評価する指標として用いられる。

※4 %pt(パーセントポイント):パーセントで表示された数値同士の差を示すために用いられる単位。

# 令和3年度の実施計画

大項目	小項目	令和3年度計画(※1)				令和3年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	光合成速度と窒素同化速度のセンシング機能の実現		小麦収量予測モデル改良			小麦の収量予測性能誤差25%
目標②	追肥指示機能の実現		小麦品質予測モデル改良			小麦の品質予測性能タンパク質含有量誤差1%pt
目標③	軽トラ発着生育監視ドローンの開発	要求仕様の設計		電子設計の検討		軽トラ発着生育監視ドローンの電子設計完成 生育監視ドローンの電子部品がSMTライン(※2)で100%実装できる

※1 令和3年度の計画は、対象品目の収穫時期等の都合により、都の了承を得て変更した。なお、事業終了時の達成目標は変更なし。

※2 SMTはSurface mount technologyの略。電子部品を基板に実装していく製造工程技術のこと。

# 令和3年度上期 取組状況と成果①

## (1) 達成目標に関する取組と成果

大項目	小項目	令和3年度上期目標	令和3年度上期の取組と成果	評価
目標①	光合成速度と窒素同化速度のセンシング機能の実現	小麦の窒素同化速度のセンシング機能を実現し、小麦の収量予測性能 誤差35%	<ul style="list-style-type: none"> <li>令和2、3年度の試験データに基づくシミュレーション計算結果と収量実績を比較し、平均誤差24.82%を達成</li> </ul>	○
目標②	追肥指示機能の実現	小麦の追肥タイミングの指示機能により、品質予測性能としてタンパク質含有量の誤差5%ptを実現	<ul style="list-style-type: none"> <li>令和2、3年度の試験データに基づくシミュレーション計算結果と品質実績を比較し、平均誤差1.78%ptを達成</li> </ul>	○
目標③	軽トラ発着生育監視ドローンの開発	軽トラ発着生育監視ドローンの要求仕様が100%文書化されている	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求仕様を飛行機能、生育監視、撮影経路生成、操縦装置の4カテゴリに分け、必要な機能や精度を洗い出し、284の要求項目を全て文書化</li> </ul>	○

# 令和3年度上期 取組状況と成果①

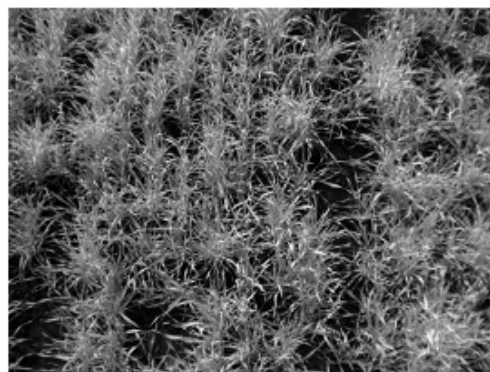
目標①に関する主な成果:

試験データに対する画像センシングの精度を向上しシミュレーションを改善した結果、収量実績との平均誤差24.82%と目標達成

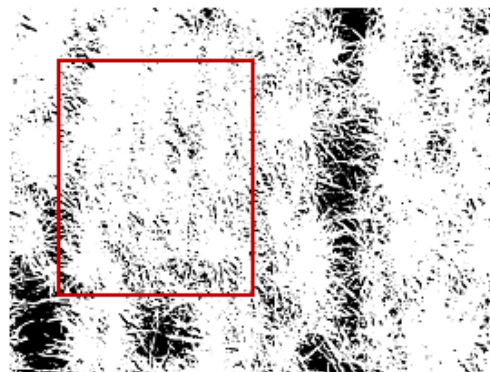
## 窒素同化速度の画像センシング技術の改良

土面を葉と誤認識

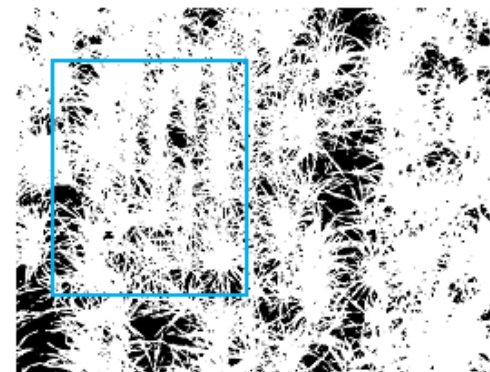
土面を正しく認識



(a)近赤外線画像  
(マルチスペクトル画像)



(b)従来版による葉領域 (白が葉)  
(葉の領域 84.8%)



(c)改良版による葉領域 (白が葉)  
(葉の領域 80.0%)



# 令和3年度上期 取組状況と成果②

## (2) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none"><li>令和3年度上期(4月～8月)、PCT出願案件の日本国内移行39件、そのうち中国移行14件、米国移行7件を実施した。</li><li>日本国内に移行済みで、令和3年度上期において権利化できた案件は11件。</li></ul>
マーケティング・販路開拓	<ul style="list-style-type: none"><li>北海道岩見沢・美唄地区の農業用ドローンシェアリングの試行に参加し、17農業法人の圃場(※1)(合計約500ha)で防除(※2)を実施した。</li></ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>事業の進展に応じて、プレスリリース、メディア掲載を随時行った。<ul style="list-style-type: none"><li>主なプレスリリース:<ul style="list-style-type: none"><li>令和3年6月18日「『安全安心な農業用ドローン及び利用技術の開発』を受託」 (国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構のプロジェクト受託)</li><li>令和3年9月14日「中学1・2年生を対象に、農業用ドローンの飛行実演を実施」</li></ul></li><li>主なメディア掲載:令和3年8月23日 日本農業新聞 12面掲載</li></ul></li></ul>

※1 圃場(ほじょう):農産物を育てる場所。田畑、果樹園等。

※2 防除:作物の病気や害虫被害を予防や駆除の作業。農薬散布のほか、ネットによる害虫侵入防止、害虫の天敵生物の活用など、多くの手法が含まれる。本事業では、ドローンによる農薬散布を実施したことを指す。

# 令和3年度下期に向けた課題と対応策

## 課題① 発芽率のモデル化

- 小麦のような直播栽培(※1)では発芽率のバラツキが大きく、収量／品質予測精度に大きな影響を及ぼす。特に発芽率が大きく低下した場合や圃場内でのバラツキが大きい場合の予測精度向上が課題。
- 圃場内の空間を考慮したモデル化が必要。

## 課題①に対する対応策

- 圃場内発芽状態を画像センシングで解析するアルゴリズムの検討および、その状態を生育予測モデルに反映させる方法を検討する。

## 課題② 果樹等への展開時の飛行方法の適応性

- 生育調査飛行で、水稲、小麦、大豆といった穀物類から、果樹等に監視対象を拡張する場合、飛行経路生成方法の適応性が課題(※2)。

## 課題②に対する対応策

- (一部対応済)生育監視ドローンの要求仕様のとりまとめにあたり、果樹等への展開時の適用性を上げるために、醸造用ぶどうの生育監視を想定した飛行要素や監視項目の洗い出し、飛行経路生成の見直しを実施した。

※1 直播栽培:(別の場所で育てた苗を植える一般的な方法(移植栽培)に対して、)水田や畑に直接種をまいて育てる栽培方法。

※2 ただし、本事業における実施内容の対象外。

# (参考)令和2年度までに生じた課題への対応状況

## 課題① 生育シミュレータの精度向上

- 今後取り組む小麦の収量／品質予測精度向上のためには水がない状態での画像センシング精度向上と土壌の窒素濃度変化の精度向上が必要。
- 病害虫発生時の予測乖離に対して修正できるモデルの検討が必要。

## 課題①に対する対応状況

- 土壌面をセンシング対象から除外できるようアルゴリズムを改善した。
- 地温に着目した土壌水分を含む新しい定式化で地温推定速度を向上した。
- 病害虫発生については、AI技術を使った画像認識技術の開発に着手。

## 課題② 軽トラ着陸時の位置制御精度の向上

- 軽トラ着陸時に、RTK-GNSS(※1)による位置推定機能が失陥した場合に安全性を補完する機能が課題。

## 課題②に対する対応状況

- GNSS受信機のドップラー効果(※2)を用いた位置推定は、RTK-GNSSが使用不能になってから60秒以内の短時間であれば、軽トラ荷台への着陸に十分な精度であることを確認。
- 60秒を超える場合は、着陸場所上空で一時停止して、手動による位置補正を介入させることとした。

※1 RTK-GNSS:Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System の略。

人工衛星を用いた測位と地上の基準局からの位置情報データを組み合わせることで高精度の測位を実現する技術。GPSによる測位は一例。

※2 ドップラー効果:電波の発生源または観測者・受信機が移動することで観測される電波の周波数が変化する現象。この現象を活用して移動速度の推定ができる。

## (1) 令和3年度上期目標の達成状況

- 令和3年度上期における達成目標は、いずれも達成済みであることが確認された。

## (2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- 土壌の物理データとモデルの関連性の検討
  - ・ 畑の場合、土壌の水分量など圃場の物理的データと画像診断による推定との関連性の分析が精度向上に寄与する可能性もある。水分センサーのデータと画像診断モデルとの関連性なども今後検討してみてはどうか。
- テーマ関連性のある研究者との意見交換
  - ・ 当社が研究開発で先行し、豊富な実績データを有する水稻に比べ小麦や大豆に関しては当面はデータ量や実証フィールドに限りがある。また、当該分野自体が現在進行形で研究が実施されている先進分野であり、参考文献にも限りがある。そこで、モデルの精度向上に向け、ある程度検討がまとまった段階で補完的研究や比較的近いテーマの研究を実施している研究者との情報交換を実施することにも意義があると考えられる。